

ГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Бельский А.А., Абрамович Б.Н.

Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова

(технический университет)

rem_white@mail.ru

В России ведутся работы по созданию ветроэлектрических установок (ВЭУ) номинальной мощностью свыше 100 кВт с горизонтальной осью вращения ветроколеса. В такой установке могут применяться три типа генераторов: Асинхронные генераторы с короткозамкнутым ротором (АГКЗР); синхронные генераторы с преобразователем частоты (СПЧ); синхронные генераторы непосредственного привода (СГНП); асинхронные генераторы двойного питания (АМДП).

Для работы АГКЗР требуется ветродвигатель с постоянной частотой вращения ветроколеса. Данная схема имеет ряд преимуществ: простую и дешевую конструкцию генератора, не требующую обслуживания, но из-за постоянной частоты вращения ветроколеса (изменения не больше 1-2 %) теряется значительное количество энергии ветра.

Наиболее перспективным направлением повышения эффективности ВЭУ представляется использование в них генераторов, работающих с переменной частотой вращения и поддержанием постоянной выходной мощности при скоростях ветра выше номинальных, с помощью системы, изменяющей угол атаки, поворотом лопасти вдоль оси маха в зависимости от скорости ветра. В качестве генератора, работающего с переменной частотой вращения в ВЭУ, могут использоваться асинхронная машина двойного питания (АМДП) или синхронный генератор (СГ). Для связи с сетью в ВЭУ с СГ применяется преобразователь частоты в цепи статора, на полную мощность генератора, а с АМДП - преобразователь частоты с непосредственной связью - в цепи ротора, на мощность, сниженную кратно частоте скольжения относительно сети.

Для исследования работы ВЭУ с различными типами генераторов нами была разработана математическая модель, в которой производится аппроксимация двумя полиномами 4-ой степени отвлеченной аэродинамической характеристики (рис. 1):

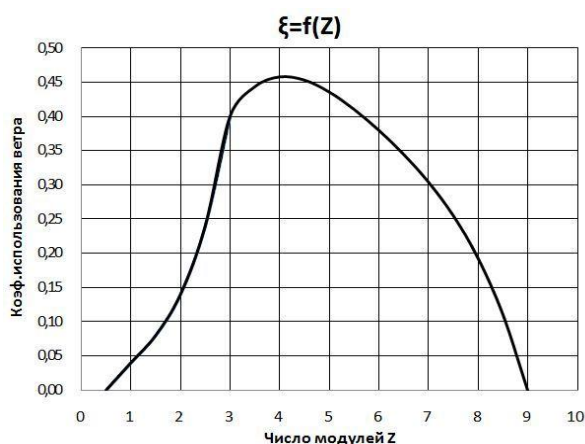


Рис. 1

$$Z = \omega R / V, \quad (1)$$

где Z – число модулей; ω – угловая скорость (1/с); R – радиус лопасти (м); V – скорость ветра (м/с).

Далее с помощью формул (2, 3) происходит переход от отвлеченной аэродинамической характеристики к размерной рабочей характеристике ветродвигателя $P_B=f(n, V)$ в виде зависимости мощности на валу ветроколеса P_B от частоты его оборотов n при различных скоростях ветра V .

$$n = (30Zv/\pi R) \cdot k_m \quad (2)$$

где n – количество оборотов на валу мультипликатора (об/мин), Z – число модулей, v – скорость ветра (м/с), R – радиус ветроколеса (м), k – передаточное число мультипликатора;

$$P_g = 0,5 \cdot \pi (R^2 - r^2) \rho v^3 \xi \cdot 10^{-3} \cdot \eta_m, \quad (3)$$

где P_g – мощность на валу мультипликатора (кВт), R – радиус ветроколеса (м), r – радиус ступицы ветроколеса (м), ρ – плотность воздуха (кг/м³), v – скорость ветра (м/с), ξ – коэффициент использования энергии ветра, η_m – КПД мультипликатора.

За счет совмещения рабочих характеристик различных типов генераторов с характеристикой ветродвигателя строятся рабочие характеристики ВЭУ $P=f(V)$ в виде зависимости мощности на выходе с генератора P от скорости ветра V .

С помощью разработанной математической модели были построены рабочие характеристики (рис. 2) и зависимости коэффициента использования установленной мощности ВЭУ от среднегодовой скорости ветра (рис. 3) для ВЭУ с различными типами генераторов и способами регулирования мощности: ВЭУ с двумя взаимосвязанными асинхронными генераторами и регулированием мощности за счет срыва воздушного потока с поверхности лопасти – типовая конструкция ВЭУ; ВЭУ с двумя взаимосвязанными асинхронными генераторами и системой поворота лопасти для регулирования мощности; ВЭУ с асинхронной машины двойного питания и системой поворота лопасти для ограничения мощности; ВЭУ с синхронным генератором с преобразователем частоты и системой поворота лопасти для ограничения мощности.

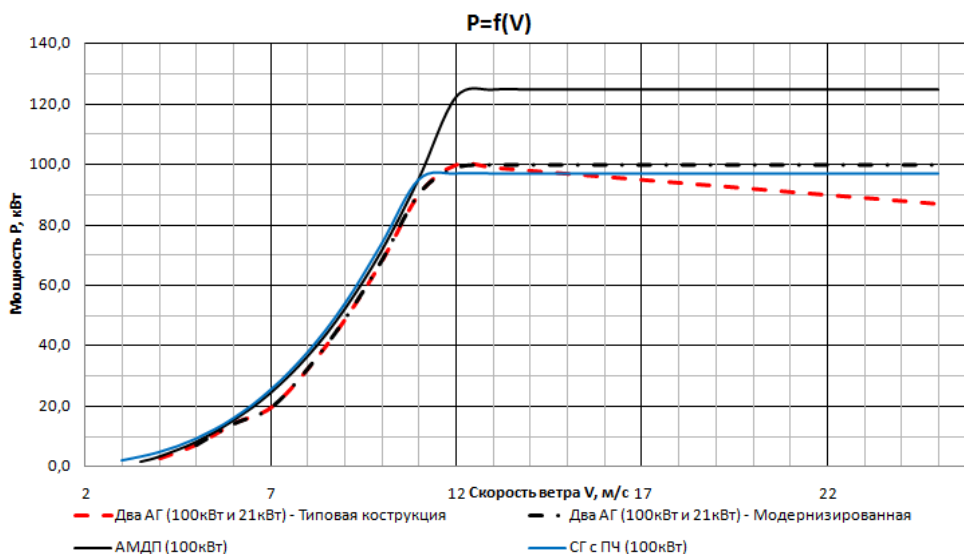


Рис. 2.

Математическая модель позволяет не только строить рабочие характеристики выходной мощности ВЭУ от скорости ветра, но и получать данные о количестве выработанной электрической энергии и значения коэффициента использования установленной мощности в зависимости от различных факторов (диаметра ветроколеса, среднегодовой скорости ветра, типа генератора электрической энергии, типа мультипликатора, конструктивных параметров лопасти, способа регулирования мощности при скорости ветра больше номинальной).

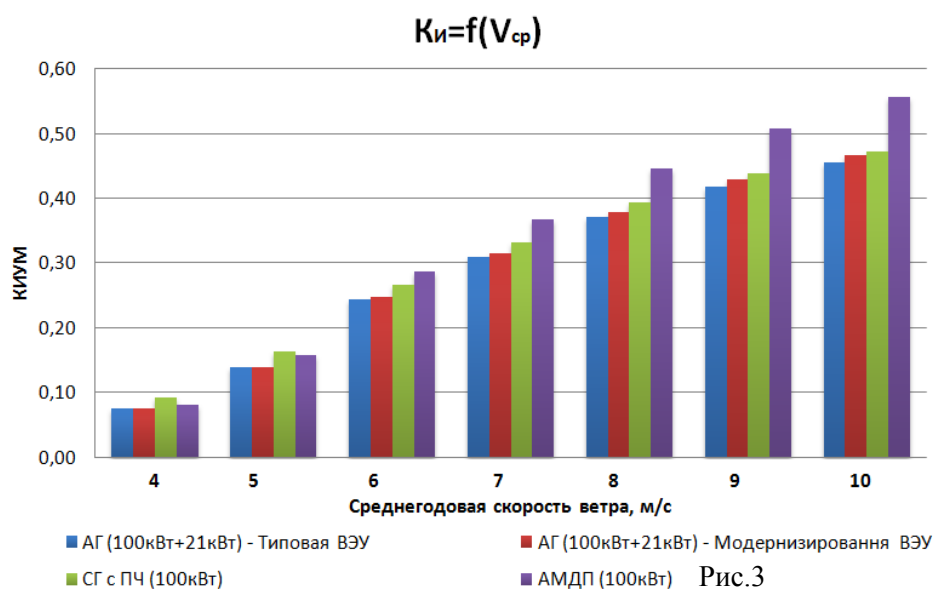


Рис. 3.

Применение в качестве генератора в ВЭУ АМДП вместо АГКЗР позволяет увеличить количество электроэнергии, вырабатываемое ВЭУ на 8...10 % при любых среднегодовых скоростях ветра, а также уменьшает минимальную скорость ветра, при которой начинается отдача энергии в сеть.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

Берг И.А.
УрФУ
berg77777@gmail.com

Охрана окружающей среды является одной из важнейших проблем, стоящих перед человечеством. Решением ее занимаются специалисты различных отраслей науки и сфер производства. В обобщенном виде все пути решения экологических проблем сводятся к двум направлениям: во-первых, исправление допущенных нарушений в различных аспектах (создание очистных сооружений, занесение редких видов растений и животных в Красную книгу и др.), во-вторых, внедрение новых технологий, позволяющих сохранять природные ресурсы или хотя бы уменьшать их расход.